Aus dem metallographischen Laboratorium der
prothetischen Abteilung am zahnärztlichen Universitätsinstitut Basel
Vorsteher: Prof. Dr. med. Max Spreng

Untersuchungen über Gußstruktur und Gießverfahren bei verschiedenen zahnärztlichen Kronen- und Brückenlegierungen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

THEODOR FAESCH
von Basel

Zürich 1939

Buchdruckerei Berichthaus

Von der medizinischen Fakultät der Universität Basel
genehmigt auf Antrag von
Professor Dr. med. M. Spreng

Tag der Promotion: 13. März 1939

Zürich 1939 – Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde
Band 49, Nr. 8.

Aus dem metallographischen Laboratorium der
prothetischen Abteilung am zahnärztlichen Universitätsinstitut Basel
Vorsteher: Prof. Dr. med. Max Spreng

Untersuchungen über Gußstruktur und Gießverfahren bei verschiedenen zahnärztlichen Kronen- und Brückenlegierungen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der
medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

THEODOR FAESCH
von Basel

Zürich 1939

Buchdruckerei Berichthaus

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Separatabdruck aus der «Schweizerischen Monatsschrift für Zahnheilkunde»
Band 49, 1939, Heft 8.

Aus dem metallographischen Laboratorium der
prothetischen Abteilung am zahnärztlichen Universitätsinstitut Basel.
Vorsteher: Prof. Dr. med. Max Spreng.

Untersuchungen über Gußstruktur und Gießverfahren bei verschiedenen zahnärztlichen Kronen- und Brückenlegierungen.

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der hohen medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

Theodor Faesch, Zahnarzt, von Basel.

616 . 314 × 32

Es wurden nach drei verschiedenen Gußverfahren fünf verschiedene Kronenlegierungen auf ihre *Homogenität* und auf ihre *Lunkerbildung* (Porenbildung) untersucht, nämlich:

1. Alba G (eine Palladium-Silberlegierung),
2. 22kar. Gelbgold,
3. 22kar. Rotgold,
4. 22kar. Grüngold,
5. Auropal, eine Gold-Platinlegierung (Swiss-Auro-Dent, zahnärztliche Speziallegierungen).

Als Gußmethoden kamen zur Anwendung:

1. Luftdruckguß (Burns Dental Casting Machine),
2. Schleuderguß (Bardet, von Hand),
3. Dampfdruckguß (befeuchtete Asbestscheibe System Solbrig).

Der Untersuchungsgang war folgender:

Es wurden Gußobjekte angefertigt, indem auf einen leicht konisch zugeschliffenen Kronenteil eines Molaren mit Wachs eine Art Kronenring von rechteckiger Form und von zirka ½ mm Dicke modelliert wurde. An die vier Ecken kamen die Gußstifte, an denen das Wachsmodell vom Stumpfe abgehoben werden konnte, um es auf den Gußkegel aufzuwachsen. Zum Einbetten bestrich man zuerst das Wachsmodell mit dem ziemlich dick angerührten Brei. Unter beständigem Riffeln mit einem gerillten Instrument trat das Wasser aus der Einbettmasse hinaus und mit einem Stoffteilchen konnte es weggesogen werden. Bei mehrmaligem Bepulvern und Wiederwegsaugen der hervorgeriffelten Feuchtigkeit wurde das Erhärten abgewartet. Erst das für sich eingebettete und erhärtete Modell kam in den Gußzylinder zur vollständigen Einbettung.

Das Vorwärmen auf zirka 700° C geschah in einem elektrischen Ofen.

Bei sämtlichen Gußmethoden wurde darauf geachtet, das Gold beim Schmelzen nicht zu überhitzen. Es wurde gegossen, wenn die flüssige Legierung zu spiegeln begann und das «Goldauge» auftrat. Von diesem Augenblick an darf nicht weiter die Flamme darauf gerichtet werden, da sonst eine Überhitzung eintritt. Um etwaige Oxydation der Legierungen durch die Flamme zu vermeiden, wurde ein reduzierendes Flußmittel zugegeben.

Das Resultat war ein gegossener rechteckiger Kronent ring (Fig. 1), wovon die vier Flächen zu Schliffen verarbeitee wurden, und zwar zwei Flächen direkt vom Guß weg. Die beiden anderen Flächen wurden je nachdem in der Flammgeglüht oder im Ofen bei verschieden hoher Temperatur und verschiedener Glühdauer zwecks Homogenisierung behandelt. Die genauen Angaben finden sich bei den einzelnen Schliffbildern, einer Auswahl aus im gesamten gegen 200 angefertigten Schliffbildern.

1. *Alba (Kronengußlegierung).*

Alle Güsse fielen inhomogen aus. Eine Porenbildung konnte infolge der stark inhomogenen Struktur nicht festgestellt werden. Einfaches Glühen in der Flamme führte zu keiner Homogenität. Dreistündiges Glühen bei 950° C ebenfalls nicht. Die Probe in Abbildung 6 konnte durch einstündiges Glühen bei 980° C in Stickstoffatmosphäre (40° unter dem Schmelzpunkte der Legierung!) homogen gestaltet werden, aber das Schliffbild zeigt eine Unzahl von Lunkern (Poren) und Oxydationen. Die Homogenisierung der Albalegierung ist schwer durchzuführen. Inhomogen dürfte sie zur dauernden Unterbringung im Munde nicht geeignet sein. Auch die starke Porosität und Oxydhaltigkeit ist für eine zahnärztliche Legierung ungünstig, da es im Speichel zu Spannungsdifferenzen und dadurch zu Auflösungserscheinungen kommen kann. Fig. 2, 3, 4, 5, 6.

2. *22kar. Gelbgold.*

Mit 22kar. Gelbgold wurden zwei Versuchsreihen durchgeführt. Bei der einen ergaben *alle* Güsse in den Schliffen starke Schwarzpunktierungen. Diese Punktierungen waren aber nicht ausschließlich Porenbildungen auf Grund von Lufteinschlüssen, sondern Oxydationen. Die Legierung selbst war eben nicht einwandfrei, und es geht daraus hervor, wie wenig günstige Resultate man erreicht bei Verwendung von irgendwelchen Gelbgoldlegierungen. Möchte eine solche Legierung für Bijouteriezwecke genügen, so ist sie noch lange nicht für zahnärztliche Zwecke brauchbar. Den Unterschied zeigte dann auch einwandfrei die zweite Versuchsreihe mit einer oxydfreien günstigen Legierung. Hier ergaben sich mit dem Dampfguß porenfreie Gußobjekte. Mit dem Schleuderguß fielen sie mehr oder weniger porenhaltig aus und konstante Porenhaltigkeit zeigten sie mit dem Luftdruckgußverfahren.

Die Gelbgoldgüsse fielen inhomogen aus, konnten aber durch einstündiges Glühen bei 850° C homogen gestaltet werden.

Diese doppelte Versuchsreihe zeigt, wie wichtig es ist, nur solche Legierungen zu zahnärztlichen Zwecken zu verwenden, die von der Fabrik in einwandfreier Form geliefert werden. Dazu ist ständige mikroskopische Untersuchung der Legierung schon in der Fabrik notwendig. Fig. 7, 8, 9, 10.

3. *22kar. Rotgold.*

Beim Rotgold ergab der Dampfguß die regelmäßigste und porenfreieste Struktur. Fast alle Gußobjekte fielen inhomogen aus, konnten aber durch einstündiges Glühen bei 850° C homogen gestaltet werden. Vereinzelte Objekte zeigten Porenbildung.

Der Schleuderguß führte zu inhomogenen porigen Gußobjekten.

Beim Luftdruckguß war die Lunkerbildung am stärksten ausgeprägt. Vom Guß weg zeigte sich inhomogene Struktur, die durch einstündiges Glühen behoben werden konnte. Die Strukturen zeigten alle größere Kristallbildung, was auch mit eventuellem Überhitzen beim Schmelzen zusammenhängen könnte. Fig. 11, 12, 13, 14, 15.

4. *22kar. Grüngold.*

Grüngold ergab durchwegs großkristalline Struktur. Sowohl der Schleuderguß wie der Luftdruckguß führten zu porigen Objekten, allerdings der letztere zu den konstantesten und ausgeprägtesten Lunkerbildungen. Die Gußobjekte konnten sämtliche durch entsprechend langes Glühen homogenisiert werden. Einzig der Dampfguß führte am regelmäßigsten zu porenfreien Objekten. Fig. 16, 17, 18, 19.

5. *Auropal.*

Auch beim Auropal ergaben sich durch Luftdruckguß durchwegs lunkerige Gußobjekte. Der Schleuderguß führte zum Teil zu lunkerhaltigen, zum Teil aber zu lunkerfreien Gußteilen. Am konstantesten, was die Porenfreiheit anbelangt, war wiederum der Dampfguß.

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

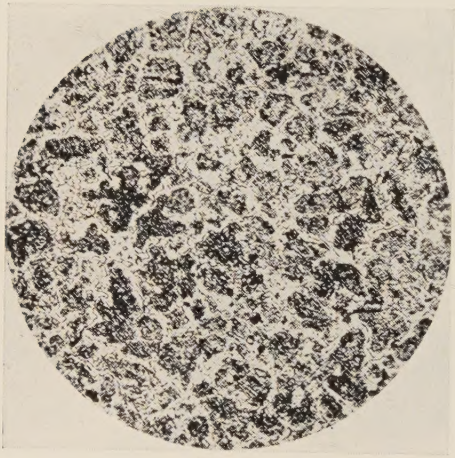

Fig. 4

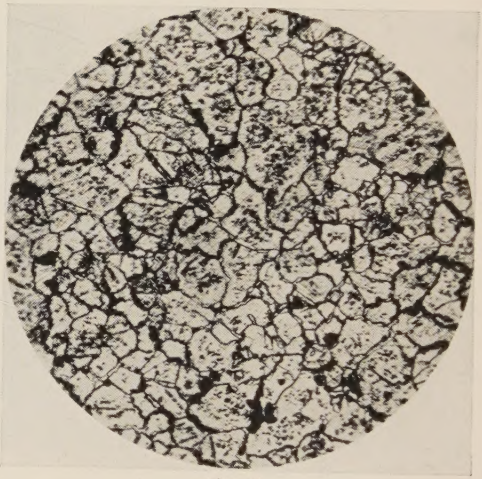

Fig. 5

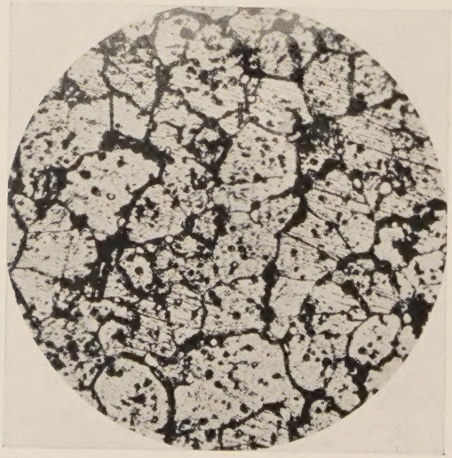

Fig. 6

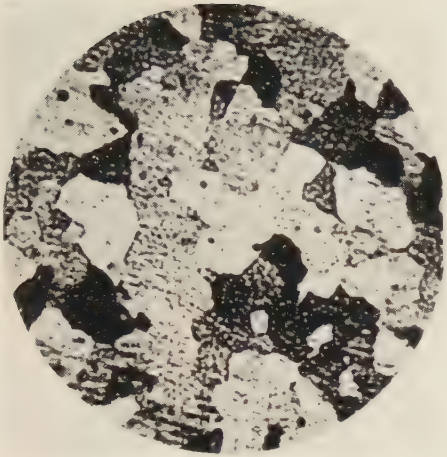

Fig. 7

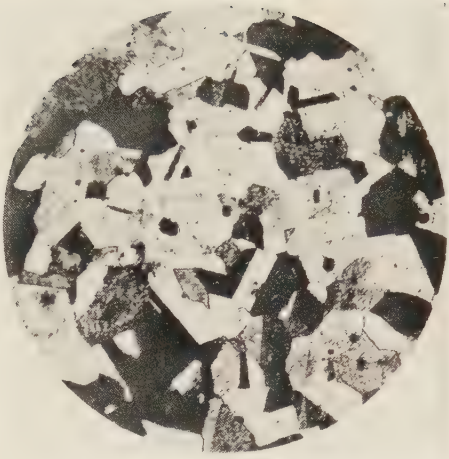

Fig. 8

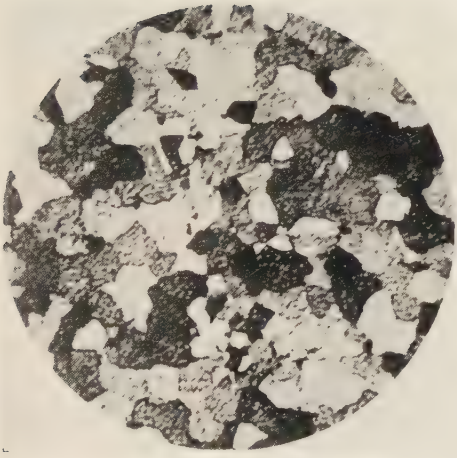

Fig. 9

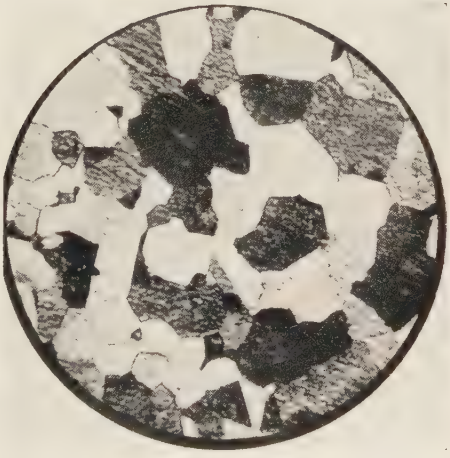

Fig. 10

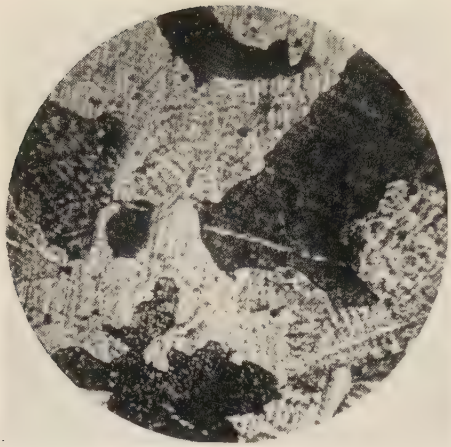

Fig. 11

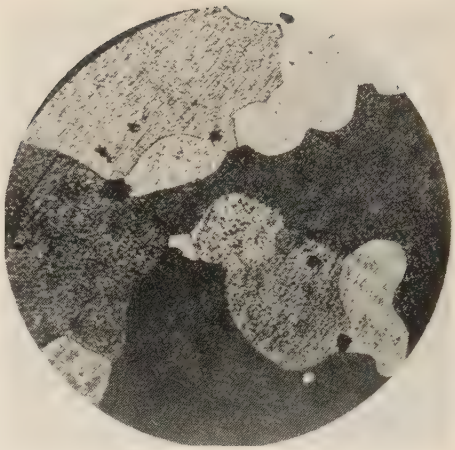

Fig. 12

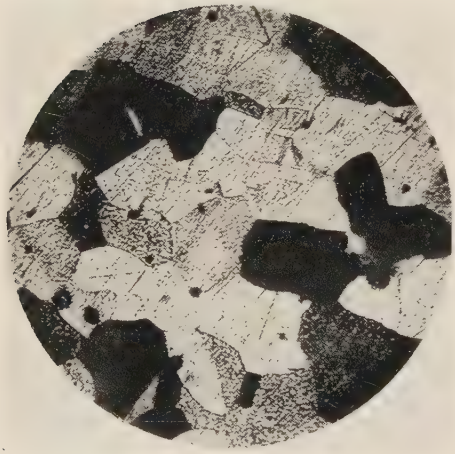

Fig. 13

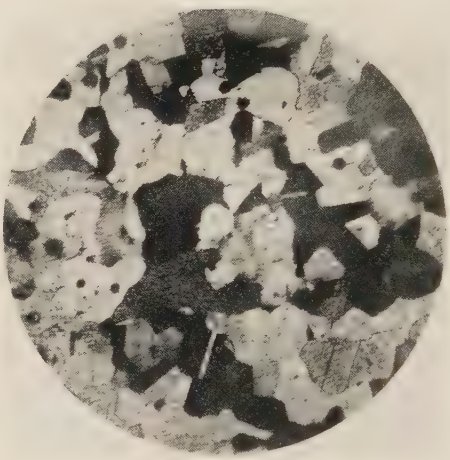

Fig. 14

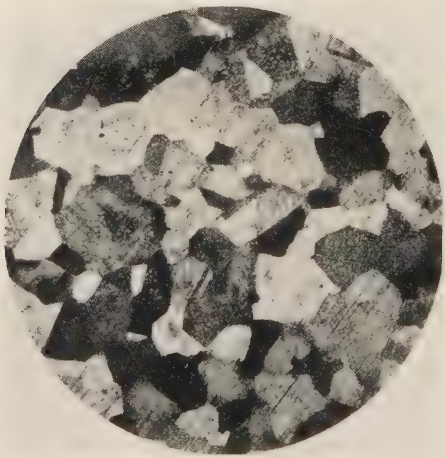

Fig. 15

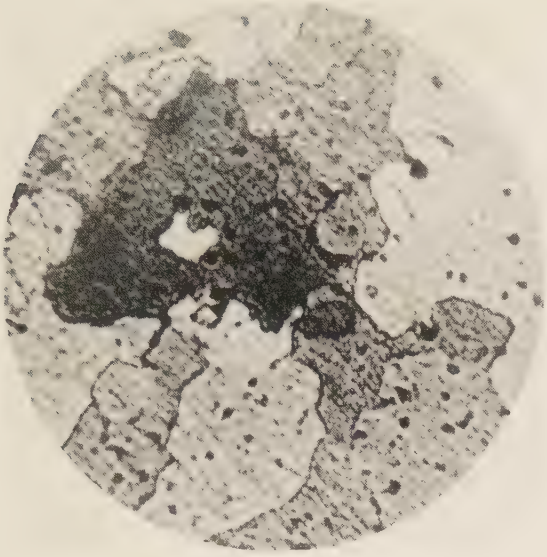

Fig. 16

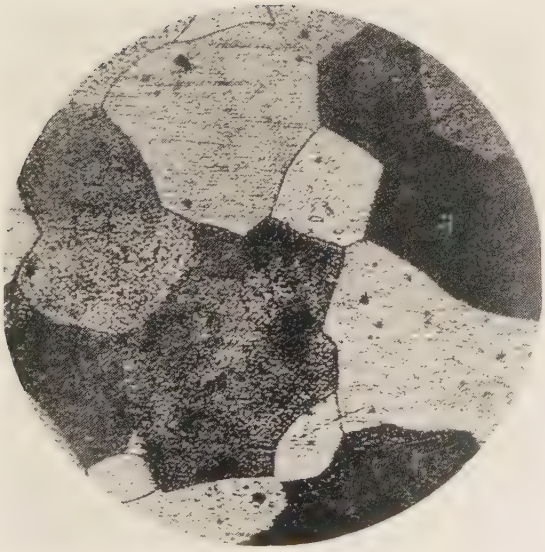

Fig. 17

Fig. 18

Fig. 19

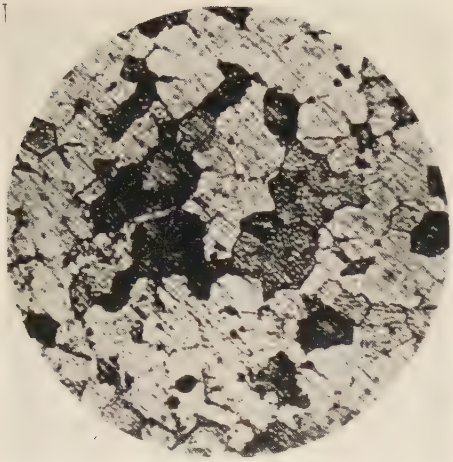

Fig. 20

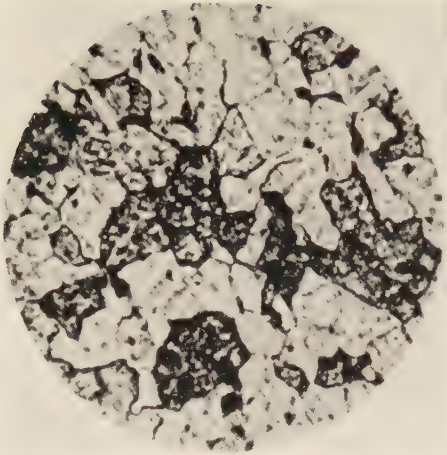

Fig. 21

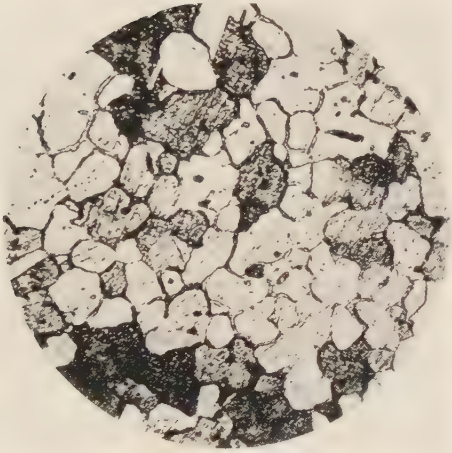

Fig. 22

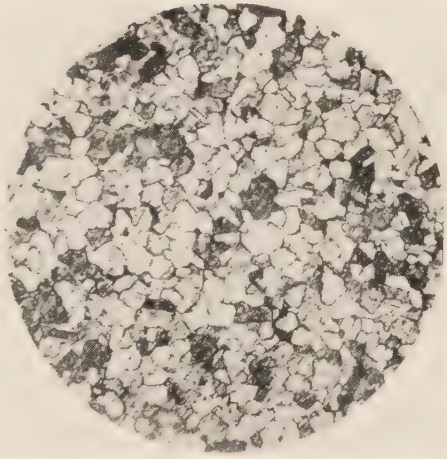

Fig. 23

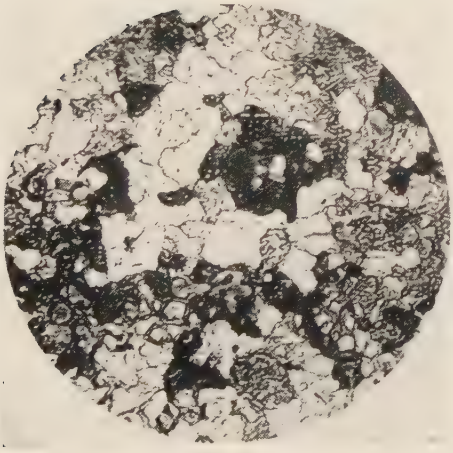

Fig. 24

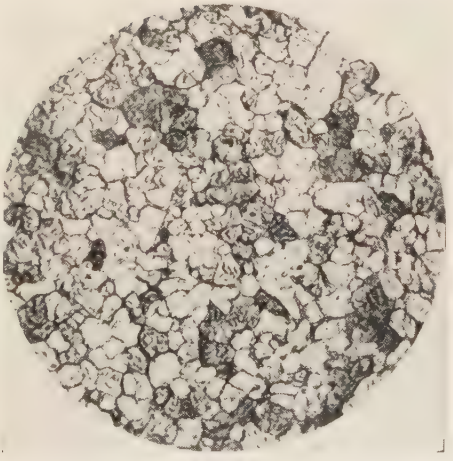

Fig. 25

Alle Gußobjekte waren nach dem Guß inhomogen. Aber alle Güsse konnten durch einfaches Glühen (eine halbe bis eine Minute lang in der Flamme) homogen gestaltet werden. Diese Kronen- und Brücken-Spezialgußlegierung war von allen untersuchten Legierungen die einzige, die durch einen solchen einfachen Glühvorgang homogenisiert werden konnte. Fig. 20, 21, 22, 23, 24, 25.

Das Gesamtergebnis kann folgendermaßen gewertet werden: Die Gußobjekte waren vom Guß weg inhomogen. Die Alba-Legierung konnte mit den üblichen Homogenisierungsmethoden nicht homogen gemacht werden. Gelbgold, Rot-Gold, Grüngold waren ebenfalls inhomogen, konnten durch einen längeren Glühprozeß aber homogenisiert werden. Das günstigste Resultat ergibt Gelbgold, dann Rotgold, und das ungünstigste, großkristalline Gefüge Grüngold. Aber keine dieser drei letztgenannten Legierungen war durch einen einfachen Glühprozeß in der Flamme zu homogenisieren. Nur das Auropal kann durch Flammenglühung homogen gestaltet werden und zeigte auch die regelmäßigste Struktur.

Was die verschiedenen Gußverfahren selbst anbelangt, so hat sich aus den Versuchen ergeben, daß der Dampfguß die porenfreiesten und der Luftdruckguß die porenreichsten, also schlechtesten Objekte abgibt Zwischen diese beiden Gußmethoden ist, was Porenfreiheit anbelangt, der Schleuderguß einzureihen.

Bei diesen Gußversuchen konnte nicht einwandfrei festgelegt werden, inwiefern auch der Schmelzvorgang mit dem Gasluftgebläse maßgebend ist für eine geringere oder größere Porenhaltigkeit der Gußobjekte. Doch dürfte auch hierin eine bedeutende Ursache nicht nur der Poren, sondern speziell auch der Oxydbildung liegen. Untersuchungen darüber müssen einer anderen Arbeit vorbehalten werden. Daß in der Porenbildung überhaupt Unterschiede auftreten, ist erklärlich Beim Luftdruckguß wird Luft infolge des starken Übergusses vom flüssigen Metall absorbiert und in das eigentliche Gußobjekt getrieben. Der Schleuderguß hat den Nachteil, Luft mitzusaugen und ebenfalls, aber in geringerem Maße, poröse Güsse hervorzurufen. Beim Wasserdampfguß ist dies

nicht der Fall, weil der Dampf die Luft vertreibt und dadurch eine eigentliche Luftansammlung verhindert wird. Daß keine Gasbildung sich entwickelt, hängt auch damit zusammen, daß Wasserdampf durch das Schmelzgut nicht etwa in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt wird.

Für die praktische Verwendung von Kronen- und Brückenlegierungen kann aus den vorliegenden Versuchen folgendes entnommen werden:

Im Munde dürfen nur solche Legierungen zur Anwendung kommen, welche vollkommen homogen sind, d. h. deren Struktur aus durchwegs homogenen Mischkristallen besteht. Nur bei solchen Legierungen ist Mundbeständigkeit zu erwarten, sofern die Art der Legierungskomponenten eine solche überhaupt zuläßt. Je leichter eine Legierung homogen gestaltet werden kann, umso günstiger eignet sie sich für ein dauerndes Unterbringen im Mund. Inhomogenität führt zu Verfärbungen zahnärztlicher Bestandteile und sehr oft zu Metallgeschmack. Den elektrochemischen Vorgängen widerstehen im Speichel nur Legierungen bester chemischer Resistenz. Die Grenze für Goldlegierungen besteht bei einer 18karätigen Legierung.

Da die Homogenität für die Beständigkeit zahnärztlicher Arbeiten im Munde von hervorragender Bedeutung ist, ergibt sich von selbst die Forderung einer leichten einfachen Homogenisierungsmöglichkeit zahnärztlicher Legierungen. In dieser Beziehung scheinen die Gelb-, Rot- und Grüngolde nicht besonders günstig zu sein, weil sie während längerer Zeit bei einer hohen Glühdauer gehalten werden müssen, um Homogenität zu erlangen. Nur selten fällt eine solche Legierung direkt vom Guß weg homogen aus. Auf Überhitzung beim Gießen reagieren sie besonders empfindlich. Überhitzen führt zu großkristalliner Struktur, zu Oxydationen, Porositäten und Inhomogenität. Es ist deshalb sehr wichtig, Legierungen zu verwenden, die in dieser Hinsicht weniger empfindlich sind und sich leicht homogen gestalten lassen. Dieses Erfordernis erfüllte eigentlich von allen Legierungen nur die Speziallegierung Auropal. Sie wies die konstanteste Struktur auf und war in allen Fällen durch einfaches Glühen in der

Flamme während einer halben bis einer Minute homogen zu bekommen.

Auropal hat eine etwas andere Farbe als das Gelb-, Rot- oder Grüngold. Es ist gelblich-grau und dadurch viel unauffälliger im Munde als die gewöhnlichen Goldlegierungen, die übrigens bei künstlichem Licht je nach dem Lichteinfall häßlich schwarz aussehen können.

Nach den vorliegenden Untersuchungen über die Alba-Kronenlegierung, einer Legierung auf der Basis Silber-Palladium, ist zu sagen, daß Alba mit den im zahnärztlichen Laboratorium zur Verfügung stehenden Mitteln kaum homogen gemacht werden kann. Nach unseren Kenntnissen über Homogenität und der von dieser Eigenschaft abhängenden Mundbeständigkeit zahnärztlicher Legierungen ist kaum zu erwarten, daß die Alba-Legierung bei *dauernder* Unterbringung im Speichel mundbeständig bleibt. Ob sich deswegen gesundheitsschädliche Wirkungen ergeben können, geht aus vorliegenden Untersuchungen nicht hervor.

Da für Mundbeständigkeit von Legierungen nicht nur ihre Homogenität maßgebend ist, sondern auch eine möglichste Porenfreiheit der Gußobjekte, so ist das Gußverfahren so einzurichten, daß dieser Zustand erreicht werden kann. In dieser Hinsicht dürfte der Dampfguß, so wie er schon längst von der Solbrigpresse her bekannt ist, die porenfreiesten Objekte abgeben. Beim Schmelzen der Legierungen ist Überhitzen zu vermeiden, und zur Vermeidung von Oxydation sind Reduktionsmittel zu verwenden.

Nach den Untersuchungen ist auch der Schleuderguß in Verbindung mit sorgfältigem Schmelzen der Legierungen brauchbar. *Ungünstig, was Porenfreiheit anbelangt, ist hingegen die Luftdruckmethode, die jeweils zu Porenhaltigkeit führte.*

Zur Herstellung zahnärztlicher Gußobjekte sind also folgende drei Punkte besonders zu beachten:

1. Es sind ausschließlich zahnärztliche Speziallegierungen zu verwenden, die auf ihre Eignung physikalisch, chemisch und praktisch geprüft worden sind.

2. Es sind Gußmethoden zur Anwendung zu bringen, die größtmögliche Porenfreiheit gewährleisten (Dampfguß).

3. Der Schmelzvorgang hat so stattzufinden, daß das Gußgut nicht überhitzt wird und oxydfrei sich schmelzen läßt. Hierzu ist neben der Einhaltung der richtigen Gießtemperatur und richtigen Einstellung des Brenners noch ein reduzierendes Flußmittel zu verwenden.

Die anderen Bedingungen, die auch noch erfüllt werden müssen, um günstige Gußresultate zu erhalten, sind hier nicht zur Untersuchung gekommen.

* * *

Figurenverzeichnis.

Fig. 1 Form der gegossenen Untersuchungsobjekte, in etwa dreifacher Vergrößerung.
» 2 Alba, Handschleuderguß, vom Guß weg, stark inhomogene Struktur, Vergrößerung 66.
» 3 Alba, Handschleuderguß, vom Guß weg, stark inhomogene Struktur, Vergrößerung 120.
» 4 Alba, Handschleuderguß, Homogenisierungsversuch, 2 Stunden bei 900° C, inhomogene Struktur, Vergrößerung 120.
» 5 Alba, Handschleuderguß, Homogenisierungsversuch, 2 Stunde bei 950° C, inhomogene Struktur, Vergrößerung 120.
» 6 Alba, Dampfguß, homogenisiert, 1 Stunde bei 980° C, Struktur homogen, aber durch den Glühprozeß mit vielen Lunkern durchsetzt, Vergrößerung 120.
» 7 22kar. Gelbgold, Luftdruckguß, vom Guß weg, inhomogen, mit Poren durchsetzt, Vergrößerung 66.
» 8 22kar. Gelbgold, Handschleuderguß, vom Guß weg, nahezu homogen, Poren, Vergrößerung 66.
» 9 22kar. Gelbgold, mit Dampf gegossen, vom Guß weg, inhomogen, keine Porenbildung sichtbar, Vergrößerung 66.
» 10 22kar. Gelbgold, Dampfguß, homogenisiert, 1 Stunde bei 850° C, Keine Porenbildung, Vergrößerung 66.
» 11 22kar. Rotgold, Luftdruckguß, vom Guß weg, stark inhomogen, von Poren durchsetzt, Vergrößerung 66.
» 12 22kar. Rotgold, Luftdruckguß, nach dem Guß in der Flamme geglüht, inhomogen, Porenbildung, Vergrößerung 120.
» 13 22kar. Rotgold, Handschleuderguß, vom Guß weg, inhomogen, starke Porenbildung, Vergrößerung 120.

Fig. 14 22kar. Rotgold, Handschleuderguß, vom Guß weg, beinahe homogen, starke Porenbildung, Vergrößerung 66.

» 15 22kar. Rotgold, Dampfguß, vom Guß weg, beinahe homogen, einige wenige Mikrolunker, Vergrößerung 66.

» 16 22kar. Grüngold, Luftdruckguß, nach dem Guß in der Flamme geglüht, stark inhomogen, viele Lunker, Vergrößerung 120.

» 17 22kar. Grüngold, Luftdruckguß, homogenisiert, 1 Stunde bei 850° C, starke Lunkerbildung, Vergrößerung 120.

» 18 22kar. Grüngold, Handschleuderguß, ungeglüht, starke Porenbildung, Vergrößerung 120.

» 19 22kar. Grüngold, Dampfguß, homogenisiert, 1 Stunde bei 850° C, einige Mikrolunker, Vergrößerung 120.

» 20 Auropal, Luftdruckguß, vom Guß weg etwas inhomogen, viele Lunker, Vergrößerung 120.

» 21 Auropal, Handschleuderguß, vom Guß weg inhomogen, Lunkerbildung, Vergrößerung 120.

» 22 Auropal, Handschleuderguß, in der Flamme geglüht, homogen, Mikrolunker, Vergrößerung 120.

» 23 Auropal, Handschleuderguß, in der Flamme homogenisiert, wenig Lunker, Vergrößerung 66.

» 24 Auropal, Dampfguß, vom Guß weg noch inhomogen, lunkerlos, Vergrößerung 66.

» 25 Auropal, Dampfguß, in der Flamme homogenisiert, lunkerlos, Vergrößerung 66.